



(19) **SU** <sup>(11)</sup> **1 795 220** <sup>(13)</sup> **A1**  
(51) МПК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО  
ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ  
СССР

(21), (22) Заявка: 4816781, 03.04.1990

(46) Дата публикации: 15.02.1993

(56) Ссылки: Авторское свидетельство СССР №  
1779660, кл. Е 21 В 44/00, 1975. Патент США  
№ 3660649, кл. 235-193, 1972.

(98) Адрес для переписки:  
11 620219 СВЕРДЛОВСК, КУЙБЫШЕВА 30

(71) Заявитель:  
СВЕРДЛОВСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ  
ИМ.В.В.ВАХРУШЕВА

(72) Изобретатель: СИТНИКОВ НИКОЛАЙ  
БОРИСОВИЧ,  
КЛИМАРЕВ ОЛЕГ ВЛАДИМИРОВИЧ<sup>11 620086</sup>  
НААДХЕТАНБ, ТИНААНБАВ 32/4-7511 620144  
НААДАЕИАНЕ, ОЛЕААДНЕОАОНЕАВ 3-4

(54) Способ оптимизации процесса бурения

S U 1 7 9 5 2 2 0 A 1

S U 1 7 9 5 2 2 0 A 1



(19) **SU** <sup>(11)</sup> **1 795 220** <sup>(13)</sup> **A1**  
(51) Int. Cl.

STATE COMMITTEE  
FOR INVENTIONS AND DISCOVERIES

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(71) Applicant:  
SVERDLOVSKIJ GORNYJ INSTITUT  
IM.V.V.VAKHRUSHEVA  
(72) Inventor: SITNIKOV NIKOLAJ BORISOVICH,  
KLIMAREV OLEG VLADIMIROVICH

(54) METHOD OF OPTIMIZATION OF PROCESS OF DRILLING

(57) Изобретение относится к алмазному бурению скважин и позволяет повысить точность управления процессом в условиях резко применяющихся свойств пород. Для этого задают моторесурс породоразрушающего инструмента (МПИ). В процессе бурения на каждой ступени регулирования измеряют время чистого

бурения, угловую скорость вращения инструмента и осевое усилие на забой. По произведению этих параметров определяют отработанный на данной ступени регулирования МПИ. Производят накопление текущего МПИ. При равенстве текущего и заданного МПИ фиксируют момент полной обработки породоразрушающего инструмента. 1 ил.

SU 1795220 A1

SU 1795220 A1



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ  
ВЕДОМСТВО СССР  
(ГОСПАТЕНТ СССР)

(19) SU (11) 1795220 A1

(51) E 21 B 44/00

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

ОБЩЕОБЩАЯ  
ПАТЕНТНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
БИБЛИОТЕКА

(21) 4816781/03  
(22) 03.04.90  
(46) 15.02.93. Бюл. № 6  
(71) Свердловский горный институт им. В.В. Куйбышева  
(72) Н.Б. Ситников и О.В. Климарев  
(56) Авторское свидетельство СССР № 1779660, кл. E 21 B 44/00, 1975.  
Патент США № 3660649, кл. 235-193, 1972.

(54) СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА БУРЕНИЯ

(57) Изобретение относится к алмазному бурению скважин и позволяет повысить точ-

ность управления процессом в условиях резко применяющихся свойств пород. Для этого задают моторесурс породоразрушающего инструмента (МПИ). В процессе бурения на каждой ступени регулирования измеряют время чистого бурения, угловую скорость вращения инструмента и осевое усилие на забой. По произведению этих параметров определяют отработанный на данной ступени регулирования МПИ. Производят накопление текущего МПИ. При равенстве текущего и заданного МПИ фиксируют момент полной обработки породоразрушающего инструмента, 1 ил.

Изобретение относится к контролю и управлению процессом бурения скважин алмазными коронками и предназначено для определения режимных параметров, оптимальных по минимуму стоимости одного метра проходки скважин и определения момента времени полной отработки алмазного инструмента с целью его подъема на поверхность и замены.

Известен способ оптимизации процесса бурения, включающий измерение времени чистого бурения и текущего значения проходки на породоразрушающий инструмент и обеспечивающий минимум стоимости проходки метра скважины по выражению

$$q = \frac{(t + t_{en})C + C_n}{h} \quad (1)$$

где  $q$  — стоимость проходки одного метра скважины, руб/ч;

$C$  — стоимость часа эксплуатации буровой установки, руб/ч;

$t_{en}$  — время, затрачиваемое на спуско-подъемные операции, отнесенное к одному рейсу, ч;

$t$  — текущее время бурения в рейсе, ч;

$C_n$  — стоимость породоразрушающего инструмента, руб;

$h$  — текущая проходка на породоразрушающий инструмент в рейсе, м.

При достижении  $q = q_{min}$  принимается решение о замене породоразрушающего инструмента.

Известное устройство для реализации данного способа, содержит комплект средств, преобразующих входные величины в пропорциональные уровни напряжений.

(19) SU (11) 1795220 A1

LA 0220 A1  
SU 1795220 A1  
NS

SU 1795220 A1



## Формула изобретения:

Изобретение относится к контролю и управлению процессом бурения скважин алмазными коронками и предназначено для определения режимных параметров, оптимальных по минимуму стоимости одного метра проходки скважин и определения момента времени полной отработки алмазного инструмента с целью его подъема на поверхность и замены.

Известен способ оптимизации процесса бурения, включающий измерение времени чистого бурения и текущего значения проходки на породоразрушающий инструмент 1 обеспечивающий минимум стоимости проходки метра скважины по

мент  
сти  
выражению  
 $(t + t_b Q C + G_i)$   
(1)

где  $q$  - стоимость проходки одного метра скважины, руб/ч;

$C$  - стоимость часа эксплуатации буровой установки; руб/ч;

$t_{ep}$  - время, затрачиваемое на спуско-подъемные операции, отнесенное к одному рейсу, ч;

$t$  - текущее время бурения в рейсе, ч;

$C_p$  - стоимость породоразрушающего инструмента, руб;

$h$  - текущая проходка на породоразрушающий инструмент в рейсе, м.

При достижении  $q$   $q_{min}$  принимается решение о замене породоразрушающего инструмента.

Известное устройство для реализации данного способа, содержит комплект средств, преобразующих входные величины в пропорциональные уровни напряжений.

$s_j$   
ю ел  
14Э 14Э  
о

включающий преобразователь-накопитель текущего времени бурения в рейсе, задатчик времени спуско-подъемных операций, задатчик стоимости часа эксплуатации буровой установки, задатчик стоимости породоразрушающего инструмента (долота, алмазной коронки) и накопитель-преобразователь текущей проходки на породоразрушающий инструмент, блок вычисления стоимости одного метра проходки, состоящий из сумматора общего времени рейса породоразрушающего инструмента, множительного звена, сумматора текущей стоимости эксплуатации буровой установки и породоразрушающего инструмента и делительного звена, а также регистрирующий прибор.

Однако известный способ не может обеспечить оперативное управление процессом бурения, так как в нем не измеряются и не регулируются осевое усилие на забой скважины и угловая скорость вращения породоразрушающего инструмента, что ведет к недоиспользованию моторесурса породоразрушающего инструмента и повышению стоимости проходки одного метра скважины.

Наиболее близким к предлагаемому

является способ оптимизации процесса бурения, включающий измерение угловой скорости вращения породоразрушающего инструмента, осевого усилия на забой скважины, механической скорости бурения и регулирование режимных параметров.

Однако данный способ не дает возможности автоматического управления процессом бурения по минимуму стоимости проходки одного метра проходки скважины, а также оперативного контроля отработки породоразрушающего инструмента, что снижает точность и надежность управления процессом бурения в резко изменяющихся геологических условиях.

Цель изобретения - повышение точности и надежности управления процессом бурения скважины в условиях резко изменяющихся прочностных и структурных свойств пород.

Поставленная цель достигается тем, что в способе оптимизации процесса бурения включающем измерение угловой скорости вращения породоразрушающего инструмента, осевого усилия на забой скважины, механической скорости бурения и регулирование режимных параметров, дополнительно, на каждой ступени регулирования измеряют время чистого бурения, определяют отработанный на данной ступени регулирования моторесурс породоразрушающего инструмента, производят его накопление и,

исходя из этого, определяют момент полной отработки породоразрушающего инструмента и подъема его на поверхность с целью замены.

Благодаря этому появляется возможность регулировать осевое усилие и угловую скорость вращения породоразрушающего инструмента таким образом, чтобы значение стоимости проходки одного метра скважины было минимальным.

Система функционирует согласно алгоритму

$q = (C + bP) / \lambda(2)$  где  $b$   $C_p/Q$  - коэффициент;  $P$  - осевое усилие на забой скважины;

$\lambda$  - угловая скорость вращения породоразрушающего инструмента;

$V$  - механическая скорость бурения;  $Q$  - моторесурс породоразрушающего инструмента, рад/с Н-ч.

Моторесурс породоразрушающего инструмента определяется как произведение базовых значений  $P$  и  $Q$  на время полной отработки инструмента при неизменных геологических условиях

$Q = P_6 C_{fc} t(3)$  Для каждого типа коронок и долот моторесурс является величиной постоянной.

Для определения момента времени полной отработки породоразрушающего инструмента с целью его поднятия, на поверхность и замены производится оперативный контроль отработанного моторесурса

$Q_i, P_i$   
ад  $t_i(4)$

где  $i$  - ступень управления.

Благодаря измеренному моторесурсу, характерному для каждого типа коронок и долот, и оперативному контролю

текущего остаточного моторесурса становится возможным с высокой степенью точности регулировать режимные параметры процесса бурения таким образом, чтобы стоимость проходки одного метра скважины была бы минимальной, так как зависимость

$Q$   $f(P \&)$  (2) позволяет непосредственно воздействовать на осевое усилие на забой скважины и угловую скорость вращения породоразрушающего инструмента, а накопление произведений сигналов с датчиков

осевого усилия на забой скважины, угловой скорости вращения породоразрушающего инструмента на время, установленное таймером прямопропорционально отработанному моторесурсу породоразрушающего инструмента, что позволяет с высокой степенью точности и надежности определить момент времени полного износа породоразрушающего инструмента и подъема его на поверхность.

На чертеже представлена функциональная блок-схема устройства управления режимными параметрами вращательного бурения скважин. Устройство управления режимными параметрами вращательного бурения состоит из импульсного датчика механической скорости бурения 1DV, импульсного датчика угловой скорости вращения породоразрушающего инструмента 2D (о, дифференциально-трансформаторного датчика осевого усилия на забой скважины 3DP, выходы которых соединены с соответствующими входами многоцелевого программируемого контроллера 4 ПК, в качестве которого принят серийно выпускаемый многоцелевой программируемый контроллер Ломиконт-110, структурно включающий в себя два импульсно-цифровых преобразователя, аналого-цифровой преобразователь, два цифроаналоговых преобразователя, два таймера, два сумматора, блок вычисления, блок индикации и пульт управления, включающий в себя задатчик стоимости породоразрушающего инструмента и задатчик моторесурса породоразрушающего инструмента. Первый выход многоцелевого программируемого контроллера 4 ПК через усилитель сигнала рассогласования 5 БУ соединен с регулятором осевого усилия на забой скважины 6 ГК, а второй выход, многоцелевого программируемого контроллера 4 ПК соединен с усилителем сигнала рассогласования 7 МУ, выход которого соединен с регулятором угловой скорости вращения породоразрушающего инструмента 8 ТП-Д.

Датчики скорости выполнены на базе выключателя поворотного, дискретного фотоэлектрического ПДФ-5 (Башкирское ПО Электроаппарат). Датчик осевого усилия на забой в качестве основного элемента со- дифференциальный электромеханический манометр ДМ-Э.

Регулятор осевого усилия на забой скважины выполнен на базе гидравлического предохранительного клапана с пропорциональным управлением

МК ПВП, который комплектуется блоком управления БУ-1100, представляющим собой усилитель сигнала рассогласования. Второй усилитель - есть магнитный усилитель типа БД-2 ТА5: регулятор угловой скорости вращения - тиристорный преобразователь типа КТЭУ с двигателем марки ДП-52; контроллер - многоцелевой программируемый контроллер Ломиконт-110 (ПО Электроприбор, г. Чебоксары).

Предложенный способ с помощью описанного устройства осуществляется следу- 5 ющим образом.

С пульта управления многоцелевым программируемым контроллером 4 ПК задаются числовые значения, соответствующие стоимости часа работы бурового станка, стоимости используемого породоразрушающего инструмента и его моторесурса. За время, установленное первым таймером, многоцелевой программируемый контроллер считывает количество импульсов, поступающих с

5 датчика механической скорости бурения 1DV, и усредняет ее значение. Аналогичным способом считывается и усредняется значение угловой скорости вращения с датчика 2 Dco.

0 При а) const многоцелевой программируемый контроллер изменяет усилие на забой скважины таким образом, чтобы целевая функция (2) была бы минимальной; при этом сигнал рассогласования с первого вы5 хода многоцелевого

программируемого контроллера 4 ПК через усилитель сигнала рассогласования 5 БУ подается на регулятор осевого усилия на забой скважины 6 ГК. По достижению частного минимума соот0 ветствующее ему значение осевого усилия запоминается многоцелевым программируемым контроллером 4 ПК и оптимизация ведется по каналу: угловая скорость вращения - стоимость проходки одного метра

5 скважины аналогичным образом. По достижении минимума q для данной породы значения осевого усилия на забой скважины и угловой скорости вращения породоразрушающего инструмента поддерживаются не0 изменными; устанавливается порог срабатывания многоцелевого программируемого контроллера 4 ПК равный 5% от величины механической скорости бурения, при этом 4 ПК производит периодический опрос

5 текущего значения механической скорости бурения. Как только значение механической скорости бурения изменится более чем на 5-% от установившегося (т.е. изменятся геологические условия) многоцелевой про0 граммируемый контроллер вновь начнет цикл поиска оптимальных по стоимости одного метра проходки скважины режимных параметров Р и и).

Одновременно с этим, каждое уеред5 ненное значение угловой скорости вращения аь умножается на текущее значение осевого усилия на забой Р1 и на время усреднения ti, при этом

SU 1795220 A1

происходит накопление отработанного моторесурса  $Q_i - 2 P_i$  и  $t_i$ , а на блоке индикации отображаются текущие значения  $P$ ,  $f$ ,  $v$  и остаточного моторесурса  $Q_0$ .  $Q_0 - Q_L$ . При  $Q_0$  блоком индикации подается звуковой и световой сигналы о необходимости замены породоразрушающего инструмента.

Пример. Зависимость механической скорости бурения от режимных параметров аппроксимируется функцией:

$V = a_0 + 2a_1P + 2a_2f + 2a_3P^2 + 34P^2 + a_5 \ln(5)$  где  $a_0$ - $a_5$  - эмпирические коэффициенты, зависящие от системы порода-коронка. При  $a_0 = 30,955$

МО  
-3  
0,5808  
-Т-КГ  
V  
31 82;  
a3  
34 -МО  
as -1,32/10 2 ,2481.106 J-C  
C 17 руб/смена Sp 52 руб

Формула изобретения. Способ оптимизации процесса бурения, включающий измерение угловой скорости  $f$ ) вращения породоразрушающего инструмента, осевого усилия  $P$  на забой скважины, механической скорости бурения и ступенчатое регулирование режимных параметров, отличающийся тем, что, с целью повышения точности управления процессом бурения в условиях резко изменяющихся свойств пород, задают моторесурс алмазного породоразрушающего инструмента, а режимные параметры регу

Согласно выражениям (2), (А) и (5), получим оптимальные значения режимных параметров осевого усилия на забой и угловой скорости вращения породоразрушающего инструмента:  $P_{opt} = 8604$  Н,  $f_{opt} = 834$  об/мин, обеспечивающая минимум стоимости проходки одного метра скважины  $q_{min} = 8,8300$  руб/м. Изменяя незначительно значения режимных параметров от их оптимального

значения, получим большие значения стоимости проходки одного метра скважины. Расчеты приведены в таблице. Как видно из таблицы любое отклонение режимных параметров от

оптимального

значения ведет к увеличению стоимости проходки одного метра скважины.

В то же время при ручном ступенчатом регулировании угловой скорости вращения породоразрушающего инструмента на максимум механической скорости получим следующие результаты:  $P = 9498,6$  Н;  $n = 470$  об/мин,  $q = 11,12$  руб/м.

Таким образом, предложенное изобретение позволяет повысить точность и надежность управления процессом бурения в условиях резкоизменяющихся прочностных и структурных свойств пород.

лируются по критерию минимума себестоимости бурения одного метра, при этом на каждой ступени регулирования измеряют время  $t_i$  чистого бурения, определяют отработанный на данной ступени моторесурс  $Q_i$  и  $P_i$   $f_i$ , производят его накопление и в случае равенства текущего и заданного

значений моторесурса алмазного породоразрушающего инструмента определяют момент его полной отработки и подъема его на поверхность с целью замены.

ЯЗ

1795220

Согласно выражениям (2), (А) и (5), получим оптимальные значения режимных параметров осевого усилия на забой и угловой скорости вращения породоразрушающего инструмента на максимум механической скорости получим следующие результаты:  $P = 9498,6$  Н;  $n = 470$  об/мин,  $q = 11,12$  руб/м.

Таким образом, предложенное изобретение позволяет повысить точность и надежность управления процессом бурения в условиях резкоизменяющихся прочностных и структурных свойств пород.

Формула изобретения

Способ оптимизации процесса бурения, включающий измерение угловой скорости  $f$ ) вращения породоразрушающего инструмента, осевого усилия  $P$  на забой скважины, механической скорости бурения и ступенчатое регулирование режимных параметров, отличающийся тем, что, с целью повышения точности управления процессом бурения в условиях резко изменяющихся свойств пород, задают моторесурс алмазного породоразрушающего инструмента, а режимные параметры регу

P, Н	8000	8800	9500	9800	10000
q, руб/м	8,8300	8,8300	8,8300	8,8300	8,8300

1795220

Согласно выражениям (2), (А) и (5), получим оптимальные значения режимных параметров осевого усилия на забой и угловой скорости вращения породоразрушающего инструмента на максимум механической скорости получим следующие результаты:  $P = 9498,6$  Н;  $n = 470$  об/мин,  $q = 11,12$  руб/м.

Таким образом, предложенное изобретение позволяет повысить точность и надежность управления процессом бурения в условиях резкоизменяющихся прочностных и структурных свойств пород.

Формула изобретения

Способ оптимизации процесса бурения, включающий измерение угловой скорости  $f$ ) вращения породоразрушающего инструмента, осевого усилия  $P$  на забой скважины, механической скорости бурения и ступенчатое регулирование режимных параметров, отличающийся тем, что, с целью повышения точности управления процессом бурения в условиях резко изменяющихся свойств пород, задают моторесурс алмазного породоразрушающего инструмента, а режимные параметры регу

P, Н	8000	8800	9500	9800	10000
q, руб/м	8,8300	8,8300	8,8300	8,8300	8,8300

SU 1795220 A1

